

PRZEMYSŁAW MATYSIK**ZYGMUNT NITA****EWELINA MATYSIK**

Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR, Zakład Główny w Strzelcach

Skuteczność kryteriów selekcji pszenicy ozimej w pokoleniu F₄ na podstawie komponentów plonu

Effectiveness of selection criteria applied in F₄ progeny of winter wheat on the basis of yield components

Przedstawiono schemat hodowli pszenicy ozimej stosowany w latach 1992–1999 w Strzelcach dzisiejszej Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR. W ujęciu historycznym, pod względem cech struktury plonu, w programie hodowlanym pszenicy ozimej w Strzelcach wykorzystywano masę ziaren z kłosa i liczbę ziaren z kłosa jako marker selekcyjny wyboru odpowiednich pojedynków w pokoleniu F₄. Dla rozważań punktem wyjściowym było określenie 61 zawansowanych rodów hodowlanych pochodzących z doświadczenia międzyzakładowego z sezonu 1994/1995. Następnie ustalenie rodowodu wybranych linii od pokolenia F₄ (1991/1992) do doświadczeń wstępnych (1996/1997 i 1997/1998). Masa ziaren z kłosa (MZK) w wyjściowym pokoleniu F₄ wahała się od 2,1 do 3,4 grama, natomiast liczba ziaren z kłosa (LZK) od 39 do 60. Zakres MTZ oszacowanej z pojedynków wyniósł od 39 do 71 gram. Najmniejsze zróżnicowanie w oparciu o współczynnik zmienności wykazano dla MTZ (masy tysiąca ziaren), a większe dla MZK i LZK. Pokazano także poziom plonowania wybranych rodów na różnych etapach doświadczeń hodowlanych w odniesieniu do obowiązujących wzorców. Określono korelacje pomiędzy poziomem plonowania a cechami struktury plonu (MZK, LZK, MTZ) określonymi w pokoleniu F₄. Najwyższą korelację zaobserwowano pomiędzy LZK a MZK, niższe dla MTZ i MZK. Wartości współczynnika korelacji pomiędzy plonem określonym w doświadczeniach a cechami struktury plonu były różne w zależności od sezonu wegetacyjnego. Celem pracy było określenie skuteczności selekcji na podstawie wybranych cech struktury plonu, masy ziarna z kłosa (MZK) i liczby ziaren z kłosa (LZK) oraz masy tysiąca ziaren (MTZ) oznaczonych w pojedynkach F₄ dla wybranych linii hodowlanych w doświadczeniach w latach 1994–1998. Należy wyjaśnić, czy ww. parametry są wystarczające do dokonania selekcji w kierunku potencjału plonotwórczego. Warto zaznaczyć, że w tym okresie wyhodowano 4 odmiany pszenicy ozimej, które zarejestrowano w 1999–Zyta i 2001 — Sukces, Tonacja, Nutka.

Słowa kluczowe: cechy struktury plonu, hodowla twórcza, plon, pszenica ozima

Winter wheat breeding scheme applied in the Strzelce plant breeding station (current: Hodowla Roślin Strzelce) in the years 1992–1999 has been described. During this period, weight and number of kernels per spike were used as selection criteria in the F₄ generation. Assessment of effectiveness of

this selection was the main purpose of the study. Starting point for the elaboration was choice of 61 advanced breeding lines from the inter-station trials of the years 1994 and 1995, followed by tracing them back to the F₄ generation (1991–1992) and tracing forth to the pre-registration two-steps experiments. In the initial generation (F₄), kernels weight per spike (KWS) varied from 2.1 to 3.4 g and number of kernels per spike (KNS) ranged from 39 to 60. Thousand kernels weight (TKW) extreme values were 39 and 71 g. The lowest variation, expressed as the variation coefficient, was recorded for the TKW. Yielding of the selected strains is also presented, in relation to the obligatory standards. Correlation coefficients between yield level and the studied indices have been calculated, as well as those between the indices, for the most successful cross combination C9. The highest correlation was recorded between the KNS and KWS, lower for the TKW and KNS. Values of correlation coefficients between the yields in trials and the analyzed yield components differed depending on a vegetation season. It is worth to emphasize, that we bred from this material four winter wheat cultivars: Zyta (registered in 1999), Sukces, Tonacja and Nutka (registered in 2001).

Key words: breeding, winter wheat, yield components, yield

WSTĘP

Głównym celem praktycznej hodowli roślin jest otrzymanie odmiany o jak najlepszych cechach użytkowych, zależnych od kierunku wykorzystania, odpornej na możliwie szeroką grupę patogenów, a także niekorzystnych czynników abiotycznych i co najważniejsze o jak największym potencjale plonotwórczym. Potencjał plonotwórczy pszenicy jest zwykle definiowany jako plon ziarna w warunkach, gdy rośliny nie cierpią z powodu braku wody czy składników odżywczych, nie ma żadnych ograniczeń wynikających z występowania chorób, szkodników, chwastów czy wylegania.

Plon rolniczy w około 70% zależy od właściwości odmiany, a na pozostałe 30% składają się takie czynniki jak nawożenie, ochrona, gleba, klimat, technologia uprawy (). Wzrost plonów ziarna można osiągnąć głównie poprzez zwiększenie wartości jego bezpośrednich komponentów tzw. elementów struktury plonu. Są to: liczba kłosów z rośliny lub z jednostki powierzchni, liczba ziarniaków w kłosie oraz wynikająca z tego liczba ziarniaków na metr kwadratowy, waga ziarniaków z kłosa oraz masa 1000 ziarniaków (MTZ). Jak wiadomo o skuteczności selekcji w pracach hodowlanych decyduje odziedziczalność cechy, tj. im wyższy współczynnik odziedziczalności, tym skuteczniejsza selekcja w kierunku ustabilizowania danej cechy.

Hodowla w celu podwyższenia potencjału plonowania jest koniecznym, aczkolwiek niewystarczającym, warunkiem u pszenicy, aby osiągnąć lepsze plony na plantacjach rolników w dużo mniej korzystnych warunkach wzrostu, gdzie niedostatek wody czy azotu może zredukować plon do 30% potencjału plonotwórczego (Reynolds, 2001).

Aby osiągnąć wyznaczone cele w procesie hodowlanym wykorzystuje się kilka metod. Wybór metody zależy od natury wybranej cechy, jej odziedziczalności i obszaru zmienności genetycznej dostępnej w materiałach krzyżówkowych.

Stacja hodowli roślin w Strzelcach w swoim programie hodowlanym pszenicy ozimej na przestrzeni ponad 60 lat wykorzystuje metodę rodowodową z kilkoma modyfikacjami. Wymiernym efektem tej pracy było wyhodowanie kilku znaczących odmian pszenicy ozimej: 1995 — Elena, 1996 — Sakwa, 1999 — Soraja, 1999 — Zyta, 2001 — Sukces, Tonacja, Nutka, 2003 — Rywalka, 2004 — Fregata, 2006 — Ostka Strzelecka.

Celem pracy było określenie skuteczności selekcji na podstawie wybranych cech struktury plonu — masy ziarna z kłosa (MZK) i liczby ziaren z kłosa (LZK) oraz masy tysiąca ziaren (MTZ) oznaczonych w pojedynkach F_4 dla wybranych linii hodowlanych w doświadczeniach na przestrzeni lat 1994–1998, ponadto znalezienie odpowiedzi czy na podstawie wyżej wymienionych parametrów można dokonywać selekcji w kierunku potencjału plonotwórczego.

MATERIAŁ I METODY

Rozpatrywana populacja pszenicy ozimej pokolenia F_4 była zasiana w siewie punktowym na poletkach o powierzchni 5 m^2 w sezonie 1991–1992 w Strzelcach. Nasiona pokolenia F_3 pochodziły ze zbioru tzw. kęp (tzn. wysadzony kłos bez omłotu), które zostały wyselekcjonowane po ocenie zdrowotności, pokroju, masy zebranej kępy oraz wypełnienia ziarna. W okresie wegetacji poletka pokolenia F_4 zostały poddane ocenie na występowanie chorób grzybowych, odrzucono rodziny najbardziej porażone. W okresie zbioru wybierano pojedynki na podstawie pokroju rośliny i kłosa, stopnia rozkrzewienia oraz wyrównania. Z zaznaczonych pojedynków zbierano 10 najdorodniejszych kłosów. Masę i liczbę ziarna z kłosa określano poprzez ważenie i policzenie wymłóconego ziarna z wybranego pojedynka, uzyskany wynik dzielono przez liczbę zebranych kłosów. Masę tysiąca ziaren wyliczono na podstawie masy i liczby ziarna z pojedynka.

Dla oceny kryteriów selekcyjnych punktem wyjściowym było wytypowanie plennych, zaawansowanych rodów hodowlanych pochodzących z doświadczenia międzyzakładowego z sezonu 1994–1995. Następnie znalezienie rodowodu wybranych linii od pokolenia F_4 (1991–1992) poprzez F_5 (675 wybranych linii), MZ (61), DP (16) do doświadczeń wstępnych z lat 1996–1997 i 1997–1998 (8 rodów). Kombinacje krzyżówkowe rodów wybranych do pracy zamieszczono w tabeli 1.

Określono rozstęp, średnie (\bar{x}), odchylenie standardowe (S) oraz współczynnik zmienności (V) dla masy i liczby ziaren z kłosa oraz masy tysiąca ziaren ocenionych w pokoleniu F_4 w obrębie danych kombinacji krzyżówkowych. Prześledzono także dalsze zmiany tych parametrów w miarę ograniczania liczebności określonej populacji w dalszych etapach hodowlanych. Dla wybranych 5 najplenniejszych rodów pochodzących z najliczniej reprezentowanej kombinacji krzyżówkowej C9 — (Jubilatka \times SMH 2182) obliczono współczynniki korelacji między plonem (średni plon określony w doświadczeniach międzyzakładowych 7 miejscowości — 1 powtórzenie 1994–1995, przedwstępnych 8 miejscowości 4 powtórzenia 1995/1996 i doświadczeń wstępnych 1996–1997 i 1997–1998 — 14 punktów — 4 powtórzenia) a masą ziaren z kłosa (MZK), liczbą ziarna z kłosa (LZK) oraz masą tysiąca ziaren (MTZ). Ponadto dla tych samych genotypów określono współczynniki korelacji pomiędzy rozpatrywanymi komponentami plonu w różnych etapach hodowli (tab. 6).

Pochodzenie populacji z pokolenia F₄ wybranych do dalszych etapów hodowli
Origin of the F₄ populations chosen for the further breeding stages

Populacja Population	Krzyżówka Cross
C1	CHD 508 × STH 279
C2	(STH 1621 × Almari) × (STH 1663 × LAD4)
C3	NS 79235 × Arina
C4	NS 76027 × STH 1109
C5	STH 71 × POB 11068/80
C6	(STH 1621 × SMH 1833) × Miras
C7	OLH 2916 × STH 338
C8	Jubilatka × Obelisk
C9	Jubilatka × SMH 2182
C10	(NS 76027 × Arkos) × (CWW 3615 × OLH 3014)
C11	OLH 2916 × SMH 2020
C12	STH 224 × CHD 508
C13	SOD 179/84 × STH 208
C14	TAW 21819 × M. Marksman
C15	MIB 286 × TAW 112651/81
C16	(STH 1663 × SMH 2033) × (STH 1623 × AND 363)
C17	NS79207 × STH 286
C18	(WW 1499 × Obelisk) × (STH 1663 × FI 7)
C19	(STH 1663 × SMH 1769) × (STH 1663 × STH 279)
C20	STH 1663 × Miras
C21	STH 16 × Kazacka
C22	OLH 2926 × Obelisk
C23	[(J.50 × M.H.) × (Mamut × Gr) × M.H.] × P61-48
C24	STH 1623 × OLH 17267
C25	[STH 1623 × (M.Ploug. × STH 826)]
C26	STH 1262 × SMH 1320
C27	(M.Marksman × Jawa) × [(STH 47×CHD 756) ×TAW 21100]

WYNIKI I DYSKUSJA

Ocenę masy ziarna z kłosa (MZK) przedstawiono w tabeli 2, liczby ziarna z kłosa (LZK) w tabeli 3 oraz masy tysiąca ziaren (MTZ) w tabeli 4. Cechy: MZK, LZK i MTZ określono z pojedynków w pokoleniu F₄. W tabelach 2, 3, 4 zamieszczono również te same parametry statystyczne, co w dalszych etapach hodowli w doświadczeniach międzyzakładowych (MZ), przedwstępnych (DP) i wstępnych (DW).

Nasze rozważania celowe są przy założeniu wysokiej odziedziczalności badanych cech. Wartość odziedziczalności dla masy ziaren z kłosa w ujęciu literaturowym jest zróżnicowana. Wysokie wartości odziedziczalności w szerokim sensie otrzymali w pokoleniu F₂ (88,4%–91,0%) Kumbhar i Larik (1989) oraz Lonc i wsp. (1989) (82,0%). Podobne wyniki dla masy ziarna z kłosa (0,79 i 0,73) otrzymali Goldringer i wsp. (1997) oraz Nawracała i wsp. (2004). Natomiast niski współczynnik odziedziczalności dla tej cechy (20,7%) uzyskał Jedyński (1987). Liczba ziaren w kłosie charakteryzuje się dość wysoką odziedziczalnością w szerokim sensie i niską w wąskim sensie, odpowiednio (0,87 i 0,71) i (0,25 i 0,28) (Nawracała, 2004).

Tabela 2

Zmiany wartości wskaźników statystycznych masy ziarna z kłosa (MZK) w obrębie populacji mieszańcowej pokolenia F₄ i kolejnych latach procesu hodowlanego

Changes of statistical indicators values of grain weight per ear within the cross population in F₄ and following generations of breeding process

Populacja Population	Doświadczenia Trials																							
	F ₄						międzyzakładowe inter-stations						przedwstępne pre-registration I						wstępne pre-registration II					
	I.	min.	maks.	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks.	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks.	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks.	\bar{x}	S	V
C1	4	2,5	3,8	3,1	0,60	0,18	2	2,5	3,8	3,2	0,91	0,29	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C2	8	1,6	2,8	2,3	0,40	0,18	2	1,6	2,4	2,0	0,56	0,28	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C3	36	1,8	3,1	2,5	0,34	0,13	1	3,0	3,0	3,0	0	0	1	3,0	3,0	3,0	0	0	0	—	—	—	—	—
C4	29	1,6	3,2	2,3	0,47	0,20	4	1,7	2,2	2,0	0,20	0,10	2	2,0	2,2	2,1	0,14	0,07	1*	2,0	2,0	2,0	0	0
C5	77	2	3,4	2,7	0,38	0,14	4	2,1	2,6	2,4	0,22	0,09	1	2,6	2,6	2,6	0	0	0	—	—	—	—	—
C6	46	1,9	3,6	2,8	0,43	0,15	5	2,5	3,0	2,8	0,19	0,06	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C7	73	2,0	3,4	2,4	0,34	0,14	4	2,5	2,6	2,6	0,06	0,02	1	2,5	2,5	2,5	0	0	1**	2,5	2,5	2,5	0	0
C8	53	1,7	3,8	2,6	0,57	0,22	2	2,0	2,4	2,2	0,28	0,13	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C9	83	1,7	3,6	2,6	0,46	0,17	11	2,2	3,6	2,7	0,42	0,15	7	2,2	3,6	2,7	0,38	0,13	5***	2,5	3,6	2,9	0,43	0,15
C10	50	1,9	3,6	2,6	0,38	0,14	2	2,8	3,3	3,1	0,35	0,12	1	2,8	2,8	2,8	0	0	1****	2,8	2,8	2,8	0	0
C11	4	2,0	2,1	2,1	0,05	0,02	1	2,0	2,0	2,0	0	0	1	2,0	2,0	2,0	0	0	0	—	—	—	—	—
C12	17	1,9	2,9	2,5	0,31	0,12	1	2,6	2,6	2,6	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C13	1	3,4	3,4	3,4	0	0	1	3,4	3,4	3,4	0	0	1	3,4	3,4	3,4	0	0	0	—	—	—	—	—
C14	8	2,1	3,3	2,5	0,43	0,17	1	3,3	3,3	3,3	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C15	4	2,3	2,8	2,5	0,22	0,08	2	2,4	2,8	2,6	0,28	0,11	1	2,4	2,4	2,4	0	0	0	—	—	—	—	—
C16	9	1,8	2,6	2,2	0,26	0,11	1	2,0	2,0	2,0	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C17	6	1,9	3,1	2,6	0,43	0,16	1	3,1	3,1	3,1	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C18	15	2,2	3,6	2,8	0,45	0,16	1	2,2	2,2	2,2	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C19	33	2,0	3,9	3,0	0,43	0,14	2	2,0	2,9	2,5	0,64	0,26	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C20	31	2,3	4,2	2,9	0,47	0,16	1	2,5	2,5	2,5	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C21	20	2,7	4,3	3,3	0,46	0,14	3	3,0	3,8	3,5	0,42	0,12	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C22	18	1,7	3,3	2,3	0,49	0,21	2	2,6	2,6	2,6	0,00	0,00	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C23	5	1,8	3,2	2,5	0,60	0,24	1	2,5	2,5	2,5	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C24	9	2,5	2,6	2,6	0,08	0,03	2	2,5	2,6	2,6	0,07	0,03	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C25	5	1,7	2,6	2,2	0,39	0,18	1	2,2	2,2	2,2	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C26	25	2,6	3,2	2,8	0,22	0,08	2	2,7	2,8	2,8	0,07	0,03	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C27	6	2,5	3,2	2,7	0,30	0,11	1	2,5	2,5	2,5	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
Suma Total	675						61						16						8					

I. — ilość linii; No. of strains

S — Odchylenie standardowe; Standard deviations

V — Współczynnik zmienności; Variability coefficient

Rody; Strains — * STH 107; ** STH 120; *** STH 124, STH 128, STH 129, STH 132, STH 133; **** STH 135

Tabela 3

Zmiany wartości wskaźników statystycznych liczby ziaren z kłosa (LZK) w obrębie populacji mieszańcowej pokolenia F₄ i kolejnych latach procesu hodowlanego
Changes of statistical indicator values of grain number per spike within the cross population in F₄ and following generations of breeding process

Populacja Population	Doświadczenia Trials																							
	F ₄						międzyzakładowe inter-stations						przedwstępne pre-registration I						wstępne pre-registration II					
	I.	min	maks	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks.	\bar{x}	S	V
C1	4	50	71	59	9,01	0,15	2	50	71	60	14,80	0,25	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C2	8	35	55	46	6,44	0,14	2	35	45	40	7,1	0,18	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C3	36	43	67	55	6,07	0,11	1	64	64	64	0	0	1	64	64	64	0	0	0	—	—	—	—	—
C4	29	35	69	50	10,04	0,21	4	37	45	42	3,56	0,08	2	44	45	45	0,71	0,02	1*	44	44	44	0	0
C5	77	36	59	48	5,83	0,12	4	39	48	44	3,70	0,08	1	48	48	48	0	0	0	—	—	—	—	—
C6	46	38	73	53	8,62	0,16	5	43	56	52	5,03	0,10	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C7	73	40	61	49	6,31	0,13	4	47	52	50	2,89	0,06	1	52	52	52	0	0	1**	52	52	52	0	0
C8	53	40	78	54	8,75	0,16	2	48	53	51	3,54	0,07	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C9	83	33	66	48	8,17	0,17	11	41	66	51	6,95	0,15	7	49	66	54	5,98	0,11	5***	49	66	51	6,88	0,14
C10	50	35	75	52	8,37	0,16	2	61	65	63	2,83	0,04	1	61	61	61	0	0	1****	61	61	61	0	0
C11	4	37	41	39	1,70	0,04	1	38	38	38	0	0	1	38	38	38	0	0	0	—	—	—	—	—
C12	17	37	64	51	7,47	0,15	1	53	53	53	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C13	1	56	56	56	0	0	1	56	56	56	0	0	1	56	56	56	0	0	0	—	—	—	—	—
C14	8	46	65	54	6,73	0,12	1	65	65	65	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C15	4	40	48	43	3,64	0,08	2	40	48	44	5,66	0,13	1	40	40	40	0	0	0	—	—	—	—	—
C16	9	42	57	49	4,97	0,10	1	47	47	47	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C17	6	44	64	56	7,33	0,13	1	64	64	64	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C18	15	44	68	54	7,29	0,14	1	44	44	44	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C19	33	42	75	58	9,45	0,16	2	42	55	49	9,19	0,19	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C20	31	40	69	52	7,17	0,14	1	47	47	47	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C21	20	45	69	60	7,16	0,12	3	59	68	64	4,73	0,07	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C22	18	42	67	49	7,58	0,15	2	50	54	52	2,83	0,05	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C23	5	38	44	41	2,30	0,04	1	41	41	41	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C24	9	45	48	47	1,17	0,02	2	45	48	47	2,12	0,05	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C25	5	42	46	44	1,50	0,03	1	43	43	43	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C26	25	50	63	56	4,47	0,08	2	50	60	55	7,07	0,13	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C27	6	42	51	48	3,78	0,08	1	47	47	47	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
Suma Total	675						61						16						8					

I. — ilość linii; No. of strains S — Odchylenie standardowe; Standard deviations V — Współczynnik zmienności; Variability coefficient
 Rody; Strains — I — * STH 107; ** STH 120; *** STH 124, STH 128, STH 129, STH 132, STH 133; **** STH 135

Tabela 4

Zmiany wartości wskaźników statystycznych masy tysiąca ziaren (MTZ) w obrębie populacji mieszańcowej pokolenia F₄ i kolejnych latach procesu hodowlanego
Changes of statistical indicators values of thousand kernel weight within a cross population in F₄ and following generations of breeding process

Populacja Population	Doświadczenia Trials																							
	F ₄						międzyzakładowe inter-stations						przedwstępne pre-registration I						wstępne pre-registration II					
	I.	min	maks	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks	\bar{x}	S	V	I.	min.	maks.	\bar{x}	S	V
C1	4	50	54	52	2,00	0,03	2	50	54	52	2,48	0,04	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C2	8	44	53	50	4,00	0,07	2	46	53	50	5,38	0,10	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C3	36	38	55	45	4,10	0,09	1	47	47	47	0	0	1	47	47	47	0	0	0	—	—	—	—	—
C4	29	42	50	46	1,95	0,04	4	45	49	47	1,57	0,03	2	45	49	47	0,43	0,05	1*	45	45	45	0	0
C5	77	49	67	56	4,84	0,08	4	49	64	56	6,35	0,11	1	54	54	54	0	0	0	—	—	—	—	—
C6	46	41	65	54	5,41	0,10	5	52	58	55	2,53	0,04	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C7	73	43	57	50	3,40	0,06	4	48	55	52	3,23	0,06	1	48	48	48	0	0	1**	48	48	48	0	0
C8	53	39	71	48	6,60	0,13	2	42	45	44	2,55	0,05	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C9	83	48	60	53	2,89	0,08	11	49	58	53	2,67	0,05	7	49	58	53	3,04	0,06	5***	49	58	53	3,63	0,07
C10	50	42	58	50	3,83	0,07	2	46	51	49	3,44	0,07	1	46	46	46	0	0	1****	46	46	46	0	0
C11	4	51	61	55	3,40	0,06	1	53	53	53	0	0	1	53	53	53	0	0	0	—	—	—	—	—
C12	17	45	54	50	2,64	0,06	1	49	49	49	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C13	1	61	61	61	0	0	1	61	61	61	0	0	1	61	61	61	0	0	0	—	—	—	—	—
C14	8	42	51	47	3,48	0,07	1	51	51	51	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C15	4	53	60	57	2,79	0,04	2	58	60	59	1,18	0,02	1	60	60	60	0	0	0	—	—	—	—	—
C16	9	43	49	45	2,34	0,05	1	43	43	43	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C17	6	43	48	46	2,32	0,05	1	48	48	48	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C18	15	44	59	51	4,47	0,08	1	50	50	50	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C19	33	43	66	51	5,46	0,10	2	48	53	51	3,61	0,07	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C20	31	46	71	56	5,75	0,10	1	53	53	53	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C21	20	43	71	55	7,26	0,13	3	51	56	54	2,61	0,04	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C22	18	40	54	48	4,36	0,09	2	48	52	50	2,72	0,05	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C23	5	39	61	48	9,18	0,19	1	61	61	61	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C24	9	54	58	56	1,47	0,02	2	54	56	55	0,98	0,02	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C25	5	39	57	49	7,90	0,16	1	51	51	51	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C26	25	47	57	51	3,55	0,06	2	47	54	51	5,19	0,10	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
C27	6	49	63	56	5,90	0,11	1	53	53	53	0	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
Suma Total	675						61						16						8					

I. — ilość linii; No. of strains S — Odchylenie standardowe; Standard deviations V — Współczynnik zmienności; Variability coefficient
 Rody; Strains — * STH 107; ** STH 120; *** STH 124, STH 128, STH 129, STH 132, STH 133; **** STH 135

Pawar i wsp. (1989) w pokoleniach F_2 i F_3 ustalili, że odziedziczalność w wąskim sensie dla LZK w zależności od kombinacji krzyżówkowej wahała się od 31,2 do 56,4%. Wartość współczynnika odziedziczalności dla MTZ zależy od danej kombinacji krzyżówkowej, a także od metody hodowli, jednak większość autorów wskazuje na wysoką odziedziczalność tej cechy.

Wartości masy ziarna z kłosa w wyjściowym pokoleniu F_4 zawierały się w przedziale od 1,6 do 4,3 g, ze średnią 2,6 g; w doświadczeniu wstępnym wynosiły odpowiednio od 2,0 do 3,6 g, przy zachowaniu takiej samej wartości średniej (tab. 2). Stosunkowo niskie wartości odchylenia standardowego oznaczają bliskie skupienie wartości masy ziarna z kłosa wokół średnich populacji. Wartość współczynnika zmienności dla tej cechy w pokoleniu F_4 wahała się od 0,02 do 0,24, w doświadczeniu: międzyzakładowym od 0 do 0,29, przedwstępnym od 0,07 do 0,13.

Liczba ziaren z kłosa mieściła się w zakresie od 33 do 78 ziaren (tab. 3). Średnia ogólna ze wszystkich kombinacji wynosiła 51 ziaren w pokoleniu F_4 , w doświadczeniu międzyzakładowym i przedwstępnym, natomiast w doświadczeniu wstępnym 52. Wartość współczynnika zmienności w pokoleniu F_4 wahała się od 0,02 do 0,21, w doświadczeniu: międzyzakładowym od 0,04 do 0,25 i przedwstępnym od 0,02 do 0,11.

Występowało stosunkowo niewielkie zróżnicowanie masy tysiąca ziarniaków w obrębie danych kombinacji, ale można zaobserwować duże różnice pomiędzy rodzinami od 39 do 71 gram (tab. 4). Rozstęp średniej masy tysiąca ziaren oszacowanej spośród wszystkich kombinacji wyniósł od 45 do 61 gram. Współczynnik zmienności V w tej populacji wyniósł od 0,00 do 0,16 w pokoleniu F_4 , natomiast w doświadczeniach: MZ od 0,02 do 0,11 i DP od 0,05 do 0,06.

Współczynnik zmienności jako wielkość niewymiarowa pozwala na porównanie populacji pod względem kilku cech. Im mniejsza wartość współczynnika zmienności tym dana cecha jest bardziej stabilna. Średnie współczynniki zmienności dla masy ziarna z kłosa (0,14) i liczby ziarna z kłosa (0,12) były wyższe niż dla masy tysiąca ziarniaków (0,08).

Wyniki plonowania 8 najlepszych rodów pochodzących z rozpatrywanej populacji przedstawiono w tabeli 5. Na podstawie wyników średniej wieloletniej z doświadczeń 5 rodów plonowało powyżej wzorca. Współczynniki korelacji (r) pomiędzy średnim plonem najplenniejszych rodów pochodzących z kombinacji C9 Jubilatka \times SMH 2182 a MZK, LZK i MTZ oraz wzajemne korelacje pomiędzy cechami struktury plonu przedstawiono w tabeli 6. W tej populacji wykazano silną korelację pomiędzy LZK a MZK wynoszącą w pokoleniu F_4 $r = 0,958$, natomiast w doświadczeniach: MZ $r = 0,945$, DP $r = 0,908$, DW $r = 0,895$, (poziom istotności $\alpha = 0,01$), oprócz tego stwierdzono dość wysoki stopień korelacji pomiędzy MTZ a MZK wynoszący $r = 0,375$ w pokoleniu F_4 ; MZ $r = 0,49$; DP $r = 0,53$; DW $r = 0,49$, (poziom istotności $\alpha = 0,05$). Korelacja pomiędzy MTZ a LZK była niska. Współczynnik korelacji pomiędzy poziomem plonowania określonego w doświadczeniach międzyzakładowych a masą i liczbą ziaren z kłosa był niski, a dla MTZ wyniósł $r = 0,41$.

Plonowanie wybranych rodów w doświadczeniach
Yielding of selected lines in breeding trials

Ród Strain	%wzorca — % of standard					średnia mean
	MZ 94/95	DP 95/96	DP 96/97	DW 96/97	DW 97/98	
C3-STH 107	102,2	100,6		98,0		100,2
C7-STH 120	109,3	103,6		101,0		104,8
C9-STH 124 (Notka)	103,1	102,4	97,2		102,0	101,4
C9-STH 128	104,8	100,9	104,7		98,0	101,9
C9-STH 129 (Tonacja)	109,1	104,5		95,0	101,0	102,5
C9-STH 132	101,8	98,7		83,0		94,9
C9-STH 133	103,0	100,2		93,0		98,9
C10-STH 135	103,2	97,6			96,0	98,8
Plon wzorca dt/ha Check yield	80,2	77,3	63,2	72,2	82,69	—

Wzorcowe; — 1995 odmiana Almari; Almari; 1996–1998 odmiana Elena

Checks: — 1995 — cv. Almari; 1996–1998 — cv. Elena

MZ — Doświadczenie międzyzakładowe; Inter-stations trial

DP — Doświadczenie przedwstępne; Pre-registration trial I

DW — Doświadczenie wstępne; Pre-registration trial II (final)

Natomiast plon z doświadczeń przedwstępnych okazał się być pozytywnie skorelowany z MZK $r = 0,56$ oraz MTZ, gdzie $r = 0,49$, dla LZK korelacja wyniosła $r = -0,07$. Dla pięciu najplenniejszych rodów testowanych w doświadczeniach wstępnych w sezonach 1996/1997 oraz 1997/1998 poziom plonowania okazał się być skorelowany z MZK i LZK, gdzie wynosił odpowiednio $r = 0,60$ i $r = 0,66$ (poziom istotności $\alpha = 0,05$). Takie różnice w oddziaływaniu różnych komponentów struktury plonu na plon ziarna można wyjaśnić różnym przebiegiem warunków pogodowych, środowiskowych, głównie dostępnością wody oraz temperaturą w okresie wypełniania ziarna w różnych sezonach doświadczeń. Według Garcia i wsp. (2003) u pszenicy twardej (*Triticum turgidum* L. var. durum) w latach o dużych opadach i chłodnej temperaturze plon przede wszystkim determinowany jest przez masę ziarna z kłosa, a liczba ziarna z kłosa ma znaczący wpływ w siedliskach o zmniejszonych opadach. Podobne wyniki otrzymał Moragues i wsp. (2005), który wykazał, że w dogodnych warunkach wzrostu plon ziarna zależy w równych proporcjach od trzech głównych komponentów plonu (liczba kłosów na m^2 , liczbę ziaren na kłos i średnią masę ziarna z kłosa), podczas gdy w doświadczeniach nawadnianych, zmienność w plonie ziarna była głównie spowodowana liczbą kłosów na m^2 i w mniejszym stopniu LZK. Także na podstawie wieloletnich doświadczeń hodowlanych prowadzonych w Strzelcach można zaobserwować różny wpływ poszczególnych cech struktury plonu na masę zebranego ziarna. Jak wiadomo na plon wpływa wiele cech o kompleksowym charakterze. Cechy bezpośrednio warunkujące komponenty plonu, takie jak np. liczba roślin i kłosów na m^2 , liczba kłosków w kłosie, masa i stopień wypełnienia ziarniaka, liczba ziaren w kłosie oraz kłosku, pojedynczo bez wzajemnego powiązania wywierają niewielki wpływ na potencjał plonotwórczy (Reynolds, 2001). Oprócz wyżej wymienionych cech, na produktywność rośliny wpływają geny warunkujące cechy o podłożu fizjologicznym (np. długość okresu wegetacji, reakcja na jarowizację, odporność na choroby, fotoperiod, aktywność fotosyntetyczną itd.) oraz morfologicznym (wysokość

rośliny, powierzchnia i ułożenie liści, morfologia i rozgałęzienie systemu korzeniowego) (Worland, 2000).

Tabela 6

Współczynniki korelacji pomiędzy plonem, liczbą i masą ziaren z kłosa oraz masą tysiąca ziaren dla rodów z kombinacji krzyżówkowej C9
Coefficients of correlations between yield, number and weight of kernels per ear and thousand kernel weight for lines derived from the C9 cross population

	Cechy Traits	LZK	MTZ	Plon Yield
F4	MZK	0,958**	0,375	*
	LZK	*	0,107	*
MZ	MZK	0,945**	0,499*	0,113
	LZK	*	0,19	-0,075
	MTZ	*	*	0,416
DP	MZK	0,908**	0,534*	0,559*
	LZK	*	0,133	-0,075
	MTZ	*	*	0,499*
DW	MZK	0,895**	0,498*	0,606*
	LZK	*	0,061	0,665*
	MTZ	*	*	0,066

MZK — Masa ziarna z kłosa; Grain mass per ear

LZK — Liczba ziaren w kłosie; No. of grains per ear

MTZ — Masa tysiąca ziaren; Thousand grains mass

** Poziom istotności $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0.01$

*Poziom istotności $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0.05$;

Oprócz dużej liczby czynników genetycznych i skomplikowanej natury dziedziczenia cech warunkujących plonowanie w selekcji należy uwzględnić modyfikujący wpływ środowiska. Według Tarkowskiego (1984) selekcja na plon pojedynczych roślin jest mało skuteczna, dlatego też ocenę plonowania rodów czy linii należy prowadzić na poletkach w warunkach normalnego zagęszczenia, gdyż jedynie wtedy można mieć poprawną ocenę zdolności plonowania. W pracy hodowlanej pojedynki pokolenia F₄ wybierane były z siewu rozrzedzonego i miarodajna ocena cech struktury plonu w takich warunkach jest bardzo utrudniona. Oddziaływanie warunków środowiskowych, a w szczególności dostęp składników mineralnych, wody, stopnia nasłonecznienia, wpływu roślin sąsiednich, na cechy struktury plonu w warunkach siewu rzadkiego i gęstego są zupełnie różne.

Najbardziej udaną kombinacją z punktu widzenia hodowlanego była krzyżówka C9 Jubilatka × SMH 2182. Z pokolenia F₄ na F₅ z tej populacji wybrano 83 pojedynki, do MZ zakwalifikowano 11 linii, do DP 7, do DW 5. Z niej pochodzą najbardziej plenne i co może ważniejsze wierne w plonowaniu odmiany Nutka STH 124 oraz Tonacja STH 129, a także Zyta i Sukces. Spośród rodów będących w tym czasie w DW średnia masa ziarna z kłosa dla tej kombinacji wynosiła 2,9 grama; min. 2,5g; maks. 3,6 g, natomiast liczba ziaren z kłosa wahała się od 44 do 66 dając średnią wartość równą 51 ziarniaków na kłos. Warto zaznaczyć, że w procesie wyboru rodów do doświadczeń, bardzo ważną rolę odgrywają cechy jakościowe odmiany, na podstawie których wybiera się formy mniej plenne, ale o znacznie lepszych cechach użytkowych.

PODSUMOWANIE

Wybór pojedynków w pokoleniu F₄, w obrębie rozpatrywanej populacji, o najlepszych cechach struktury plonu (LZK, MZK, MTZ) nie zapewniało wysokiego plonowania w doświadczeniach hodowlanych. Po części wynika to z natury heterozygotycznej F₄ (12,5% loci heterozygotycznych) oraz modyfikującego wpływu warunków środowiskowych m.in. rozrzedzonego siewu pojedynków.

LITERATURA

- Garcia del Moral L. F., Rharrabti Y., Villegas D., Royo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. *Agron. J.* 95: 266 — 274.
- Goldringer I., Brabant P., Gallais A. A. 1997. Estimation of additive and epistatic genetic variance for agronomic traits in population of doubled haploid lines of wheat. *Heredity* 79: 60 — 71.
- Grzesik H., S. Węgrzyn. 2003. Odziedziczalność elementów struktury plonu pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 226/227: 191 — 196.
- Jedyński S. 1987. Zmienność i odziedziczalność cech użytkowych pszenicy ozimej. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu* Nr 165: 27 — 42.
- Kumbhar M. B., Larik A. S. 1989. Genetic analysis of some yield parameters in *Triticum aestivum* L. *Wheat Information Service* 68: 29 — 32.
- Lonc W., Białowas S., Choma K., Krupa F. 1989. Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do oceny wartości hodowlanej kilku odmian pszenicy ozimej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* Z. 382: 119 — 125.
- Moragues M., Garcia del Moral L. F., Moralejo M., Royo C. 2006. Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin. I. Yield components. *Field Crops Res.* 95: 194 — 205.
- Nawracała J., Łuczkiwicz T., Dyba S., Boberska K. 2004. Zmienność i odziedziczalność wybranych cech w potomstwach krzyżówek diallelicznych pszenicy ozimej. *PTPN „Prace z zakresu nauk rolniczych”* T97: 127 — 132.
- Nawracała J. 2004. *Zarys genetyki zbóż. Tom 1. Jęczmień, pszenica i żyto* (red. A. G. Górny), wyd. IGR PAN, Poznań: 181 — 327.
- Pawar I. S., Paroda R. S., Singh S. 1989. Heritability estimation by parent progeny regression vis-avis standard unit method in four wheat crosses. *Wheat Information Service* 68: 33 — 36.
- Reynolds, M. P., J. I. Ortiz-Monasterio, McNab (eds.). 2001. *Application of physiology in wheat breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Ruebenbauer T. 1964. *Hodowla roślin. Państw. Wyd. Rolnicze i Leśne*, Warszawa.
- Szwed-Urbaś K., Z. Segit. 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. *Ann. UMCS, E, LIX*, 1: 101 — 113.
- Tarkowski Cz. 1984. *Genetyka. Hodowla roślin. Nasiennictwo*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Weber W. E. 1979. Number and size of cross progenies from a constant total number of plants manageable in a breeding program. *Euphytica* 28: 453 — 456.
- Worland A., Snape J. W. 2000. *Genetic basic of worldwide wheat varietal improvement*. The World Wheat Book. Bonjean A. P., Angus W. J. Eds. Lavoisier Publishing. Editions TEC and DOC Paris.